



## 【特許請求の範囲】

【請求項１】 燃料噴射用のソレノイドの駆動を開始する工程と、

前記ソレノイドの駆動開始時点から所定時間経過後のコイル電流値を検出する工程と、

検出したコイル電流値に基づいて前記ソレノイドの駆動停止タイミングを補正する補正值を求める工程と、

求めた補正值を用いて駆動停止タイミングを調整して前記ソレノイドの駆動を停止する工程と、

を含むことを特徴とする燃料噴射方法。

【請求項２】 前記補正值は、前記コイル電流の検出値と前記ソレノイドの要求駆動パルス幅とに基づいて決められることを特徴とする請求項１に記載の燃料噴射方法。

【請求項３】 前記補正值は、前記コイル電流の検出値と前記ソレノイドの要求駆動パルス幅との種々の組み合わせに対してあらかじめ求められており、前記コイル電流の検出値と前記ソレノイドの要求駆動パルス幅との組み合わせに応じて選択されることを特徴とする請求項２に記載の燃料噴射方法。

【請求項４】 前記ソレノイドの駆動停止タイミングを補正する補正值を求める工程は、

検出したコイル電流値に基づいて、前記コイル電流値および要求燃料噴射量的一方または両方に応じて決まる、要求燃料噴射量の増加分と前記ソレノイドの駆動パルス幅の増加分との比で表される傾き補正值、および前記コイル電流値に応じて決まる、前記ソレノイドの駆動開始から燃料噴射が始まるまでの無駄時間補正值を求める工程と、

要求燃料噴射量に前記傾き補正值を乗じ、さらに前記無駄時間補正值を加えた値を前記ソレノイドの最終燃料噴射駆動パルス幅として前記ソレノイドの駆動を停止する工程と、  
を含むことを特徴とする請求項１に記載の燃料噴射方法。

【請求項５】 前回の燃料噴射時における前記ソレノイドの駆動開始時点から所定時間経過後のコイル電流値に基づいて求めた補正值を、今回の前記ソレノイドの駆動を停止する工程に用いることを特徴とする請求項１～４のいずれか一つに記載の燃料噴射方法。

【請求項６】 エンジンの始動時、または一旦中断した燃料噴射を再開するときの１回目の駆動時のみ、電源電圧を測定し、その測定値に基づいて前記ソレノイドの駆動停止タイミングを補正する補正值を求める工程を含むことを特徴とする請求項１～４のいずれか一つに記載の燃料噴射方法。

【請求項７】 前記ソレノイドの駆動開始時点からコイル電流値を検出しようとするタイミングまでの実際の経過時間を測定し、その測定値が所定値以内であればコイル電流値を検出して前記補正值を求める基準として用

い、一方、前記測定値が所定値を超えていれば前記補正值を求める基準として以前に検出されたコイル電流値を用いることを特徴とする請求項１～４のいずれか一つに記載の燃料噴射方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、エンジン等に燃料を供給するための電子制御式の燃料噴射方法に関し、特に電源電圧の変動や、インジェクタを構成するソレノイドのコイル抵抗などの変動の影響を受けずに、正確に燃料噴射をおこなう燃料噴射方法に関する。

## 【０００２】

【従来の技術】図１９は、従来の電源電圧に基づいて補正をおこなうタイプの燃料噴射装置の制御機構を説明するための図である。このタイプの制御機構では、電源端子１１に印加された電源電圧 $V_B$ を電源電圧入力回路１２を介してＥＣＵ（Electronic Control Unit）のマイクロコンピュータ１３に入力する。

【０００３】マイクロコンピュータ１３は、電源電圧 $V_B$ が低いときにはＦＥＴ１４のオン期間を長くするような波形のパルスをＦＥＴ駆動回路１５に出力する。それによって、ソレノイド１６にコイル電流が流れる時間が長くなり、燃料噴射時間が長くなる。電源電圧 $V_B$ が高いときにはその逆となり、燃料噴射時間を短くすることによって、燃料噴射量が一定になるように制御している。ＦＥＴ１４がオンからオフに切り替わった直後にソレノイド１６に流れる電流はダイオード１７を介してツェナーダイオード１８に流れ、ＦＥＴ１４のドレイン電圧がツェナーダイオード１８の電圧と同じになり、そこで電力が消費されて燃料噴射が停止する。

【０００４】図２０は、従来の定電流制御をおこなうタイプの燃料噴射装置の制御機構を説明するための図である。このタイプの制御機構では、電源端子１１に印加された電源電圧 $V_B$ を電源電圧検出回路２１により検出するとともに、電流検出用に付加した抵抗２２および電流検出回路２３によりコイル電流を検出する。そして、マイクロコンピュータ１３および定電流駆動回路２４により、コイル電流が電源電圧 $V_B$ の変動によって変化しないように制御している。

## 【０００５】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図１９に示すような電源電圧に基づいて補正をおこなう制御機構では、ソレノイド１６を構成するコイルの温度が上昇した場合にそのコイルの抵抗値が変化し、電源電圧 $V_B$ が同じでもコイル電流が変化してしまうため、燃料噴射量を正確に補正することは困難であるという問題点があった。図２０に示すような定電流制御によればコイル温度が上昇してもコイル電流を一定に制御することができるが、そのための制御回路の複雑化による部品点数の増

加や、ソフトウェア処理の増加を招くという不都合があった。

【0006】また、近時、本発明者らは、燃料ポンプやレギュレータにより加圧されて送られてきた燃料を噴射する従来タイプのインジェクタとは異なり、燃料を加圧しながら噴射する新しいタイプのインジェクション装置（以下、インジェクションモジュールとする）を開発している。

【0007】このインジェクションモジュールは、噴射量が燃料噴射用ソレノイドを駆動するコイル電流の影響をうけてしまうという特性を有するため、上述した電源電圧に基づいて補正をおこなう制御機構により単純に駆動パルス幅を増減しただけでは、正確な噴射量の補正をおこなうことはできないという問題点があった。

【0008】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、制御回路の複雑化や部品点数の増大を招くことなく、燃料噴射量を正確に補正することができ、また、上述したインジェクションモジュールにおいても燃料噴射量を正確に補正することができる燃料噴射方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明にかかる燃料噴射方法は、燃料噴射用ソレノイドの駆動を開始してから所定時間経過した時点でコイル電流値を検出し、その検出値に基づいて、またはその検出値と必要な燃料量（要求燃料噴射量）から要求される駆動パルス幅（要求駆動パルス幅）とに基づいて、実際の駆動パルス幅を増減するものである。ここにおいて要求駆動パルス幅とは、インジェクションシステムにおける駆動パルス幅に相当するものである。この発明によれば、燃料噴射用ソレノイドの実際の駆動パルス幅は、ソレノイドの駆動開始から所定時間経過後のコイル電流値に基づいて、またはそのコイル電流値と要求駆動パルス幅とに基づいて補正される。

【0010】また、本発明にかかる燃料噴射方法は、燃料噴射用ソレノイドの駆動を開始してから所定時間経過した時点で検出されたコイル電流値に基づいて、要求燃料噴射量（ $Q_c$ ）の増加分とソレノイドの駆動パルス幅の増加分との比で表される傾き補正值  $T_d$  と、ソレノイドの駆動開始から燃料噴射が始まるまでの無駄時間補正值  $T_{offset}$  を求め、つぎの（1）式によりソレノイドの最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  を求めるものである。

【0011】

$$T_{out} = Q_c \times T_d + T_{offset} \quad \cdots (1)$$

【0012】この発明によれば、燃料噴射用ソレノイドの最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$ 、すなわち実際の駆動パルス幅は、ソレノイドの駆動開始から所定時間経過後のコイル電流値に基づいて求められた傾き補正值  $T_d$  および無駄時間補正值  $T_{offset}$  を用いて上記

（1）式により求められる。

【0013】また、本発明にかかる燃料噴射方法は、前回の燃料噴射時に検出されたコイル電流値に基づいて、今回の駆動パルス幅を補正するものである。この発明によれば、コイル電流検出後にその検出値に基づいて駆動パルス幅の補正を行うことに限らず、現在の運転状況に近い補正值を用いることで、演算処理にかかる時間に余裕をもたせることができる。

【0014】また、本発明にかかる燃料噴射方法は、エンジンの始動時、または燃料噴射中断後の1回目の駆動時のみ、コイル電流値の代わりに電源電圧に基づいて、駆動パルス幅を補正するものである。この発明によれば、前回の燃料噴射時のコイル電流値を参照できない場合でも、電源電圧に基づいて求められた補正值を用いることで最初の駆動から駆動パルス幅を補正できる。

【0015】また、本発明にかかる燃料噴射方法は、ソレノイドの駆動開始時点からコイル電流値を検出しようとするタイミングまでの経過時間が所定時間を超えている場合には、コイル電流値の検出および更新をおこなわずに以前に検出されたコイル電流値を用いて補正值を求めるものである。この発明によれば、コイル電流値が、他の割込み処理等で大幅にずれた検出タイミングで検出されることが防止される。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。

実施の形態1. 図1は、本発明の実施の形態1にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムの概略構成を示す図である。図1に示すように、インジェクションモジュール・システムは、燃料タンク31内の燃料を圧送する電磁駆動ポンプとしてのプランジャポンプ32と、プランジャポンプ32による圧送により所定の圧力に加圧された燃料を通過させるオリフィス部を有する入口オリフィスノズル33と、入口オリフィスノズル33を通過した燃料が所定の圧力以上のとき（エンジンの）吸気通路内に向けて噴射する噴射ノズル34と、エンジンの運転情報およびプランジャポンプ32のソレノイドに流れるコイル電流値に基づいてプランジャポンプ32等に制御信号を発する制御手段としての駆動ドライバ35およびコントロールユニット（ECU）36等を、その基本構成として備えている。

【0017】図2は、本発明の実施の形態1にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムの制御機構を説明するための図である。図2において、ソレノイド46はプランジャポンプ32を構成する。このソレノイド46を駆動するためのスイッチング素子であるたとえばNチャネルFET44、FET駆動回路45、電流検出用の抵抗52、電流検出回路53、ダイオード47およびツェナーダイオード48は駆動ドライバ35に含まれる。ツェナーダイオード48はFET

T44がオンからオフになったとき、FET44のドレイン電圧をツェナーダイオード48の電圧と同じにしてソレノイド電流を消費させるものである。マイクロコンピュータ43はコントロールユニット36に含まれる。

【0018】ソレノイド46の一端は、電源電圧 $V_B$ が印加される電源端子41に接続される。ソレノイド46の他端は、FET44のドレインに接続されるとともに、ダイオード47およびツェナーダイオード48を介してFET44のゲートに接続される。FET44のゲートには、マイクロコンピュータ43から出力された制御信号に基づいてFET駆動回路45において生成される駆動パルスが供給される。

【0019】FET44のソースは電流検出用の抵抗52を介して接地される。駆動パルスによってFET44がオン状態になると、電源端子41からソレノイド46、FET44および抵抗52を介して接地端子へ電流（コイル電流）が流れ、ソレノイド46が駆動される。抵抗52を流れる電流の大きさは電圧信号として電流検出回路53に入力され、そこで電流値が検出され、その検出値はマイクロコンピュータ43に入力される。

【0020】図3は、実施の形態1において、要求燃料噴射量から要求される駆動パルス（以下、要求駆動パルスとする）61、コイル電流62および実際に出力される駆動パルス（以下、駆動パルス出力とする）63の各波形を示す波形図である。図3において、 $P_w$ は要求駆動パルス61のパルス幅、すなわちソレノイドの要求駆動パルス幅であり、 $T_r$ はソレノイド46の駆動開始からコイル電流62の値を検出するまでの時間であり、 $I_r$ はソレノイド46の駆動開始から $T_r$ 経過した時点でのコイル電流の検出値であり、 $P_r$ はその検出値 $I_r$ に基づいて求められたパルス幅の補正值であり、 $P_{out}$ は駆動パルス出力63のパルス幅である。

【0021】図3に示すように、このインジェクションモジュール・システムでは、要求駆動パルス61の立ち上がりエッジに同期して駆動パルス出力63が立ち上がり、それによってコイル電流62が流れ始める。そして、所定時間、特に限定しないが、たとえば2ms経過した時点で、コイル電流62の検出値 $I_r$ が検出される。この検出値 $I_r$ と要求駆動パルス幅 $P_w$ とに基づいて、駆動パルスの補正值 $P_r$ が求められる。その補正值 $P_r$ に基づいて要求駆動パルス幅 $P_w$ が補正され、実際にはパルス幅 $P_{out}$ の駆動パルスがFET44に供給される。

【0022】図4は、実施の形態1において、駆動パルス出力63のパルス幅 $P_{out}$ の求め方を示す概念図である。図4に示すように、補正パルス幅計算処理部71において、要求駆動パルス幅 $P_w$ とコイル電流の検出値 $I_r$ とに基づいてパルス幅の補正值 $P_r$ が求められる。この補正值 $P_r$ は演算器72（特に限定しないが、図示例では加算器）において要求駆動パルス幅 $P_w$ に加算さ

れ、それによって駆動パルス出力63のパルス幅 $P_{out}$ が求められる。補正パルス幅計算処理部71および演算器72はコントロールユニット36に含まれる。

【0023】図5は、実施の形態1において、駆動パルスの補正值 $P_r$ の求め方を概念的に示す図である。図5に示すように、たとえば横軸にコイル電流の検出値 $I_r$ をとり、縦軸に要求駆動パルス幅 $P_w$ をとり、種々の $I_r$ と種々の $P_w$ の組み合わせに対応する補正值 $P_r$ をマッピングした補正值マップ8を用意する。 $I_r$ と $P_w$ の組み合わせに対応する補正值 $P_r$ については、あらかじめ実験等により求めておく。図5に示す補正值マップ8において、補正值 $P_r$ をたとえば縦軸および横軸の両方に直交する方向の高さとして表せばいわゆる3次元表示のマップとなる。

【0024】上述した実施の形態1によれば、ソレノイド46を駆動するFET44を実際にオン、オフさせるための駆動パルス幅 $P_{out}$ が、ソレノイド46の駆動開始から所定時間 $T_r$ が経過した後のコイル電流の検出値 $I_r$ と、要求燃料噴射量から要求される駆動パルス幅 $P_w$ とに基づいて補正されるため、燃料を加圧しながら噴射するインジェクションモジュールにおいて要求燃料噴射量と実際の燃料噴射量の関係がリニアになり、燃料噴射量を正確に補正することができる。また、実施の形態1によれば、従来のような電源電圧検出回路や定電流駆動回路等が不要となるため、制御回路の簡略化や部品点数の削減を図ることができる。

【0025】実施の形態2、本発明の実施の形態2にかかる燃料噴射方法を、図1および図2に示す構成のインジェクションモジュール・システムに適用した場合を例にして説明する。インジェクションモジュール・システムの構成について、重複する説明を省略する。たとえば図1および図2に示す構成のインジェクションモジュール・システムのように、ソレノイド46が燃料を加圧すると同時に噴射するシステムでは、燃料噴射量は、ソレノイド46を流れる駆動電流、すなわちコイル電流の影響を受ける。図6に、燃料噴射量 $Q$ とソレノイドの駆動パルス幅 $T$ との関係を示す。図6に示すように、パルス幅がゼロからある値（ $T_{offset}$ ）になるまでは燃料噴射量はゼロのままであり、それ以後、パルス幅の増大に伴って燃料噴射量の値はある傾き $T_d$ で増大する。

【0026】パルス幅がゼロから $T_{offset}$ になるまでの時間は無駄時間、または無効時間と呼ばれる時間であり、燃料噴射量には影響しない。この $T_{offset}$ が本明細書における無駄時間補正值である。また、傾き $T_d$ は、要求燃料噴射量 $Q_c$ の増加分と駆動パルス幅の増加分との比であり、本明細書において傾き補正值としているものである。これら $T_d$ および $T_{offset}$ を用いると、要求燃料噴射量 $Q_c$ を正確に得るために必要な駆動パルス幅（これを最終燃料噴射駆動パルス幅 $T_{out}$ とする）は前記（1）式で表される。

【0027】ところで、無駄時間補正值  $T_{offset}$  は、ソレノイドの駆動開始から所定時間  $T_r$  (たとえば  $2\text{ms}$ ) 経過した時点でソレノイドを流れるコイル電流の値の関数である。つまり、実施の形態1と同様にソレノイドの駆動開始から所定時間経過後のコイル電流を検出することにより、そのときの検出値  $I_r$  の値に応じた  $T_{offset}$  の値が求められる。この  $T_{offset}$  の値は、たとえば  $I_r$  に対して  $T_{offset}$  の値がマッピングされた2次元表示のマップから求められる。このマップはあらかじめ実験等により求められる。

【0028】また、傾き補正值  $T_d$  は、要求燃料噴射量  $Q_c$  と最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  との関係がリニアである場合には、 $T_{offset}$  と同様にソレノイドの駆動開始から所定時間経過後のコイル電流の検出値  $I_r$  の関数である。したがって、 $T_d$  の値は、たとえば  $I_r$  に対して  $T_d$  の値がマッピングされた2次元表示のマップから求められる。しかし、 $Q_c$  と  $T_{out}$  との関係がリニアでない場合には、傾き補正值  $T_d$  はコイル電流の検出値  $I_r$  と要求燃料噴射量  $Q_c$  との関数となる。したがって、この場合にはたとえば  $I_r$  および  $Q_c$  に対して  $T_d$  の値をマッピングした3次元表示のマップを用いて  $T_d$  を求めることになる。これらのマップはあらかじめ実験等により求められる。

【0029】図7に、種々のコイル電流の検出値  $I_r$  と実際の燃料噴射量  $Q_{out}$  と最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  との関係の一例を示す。図8に、無駄時間補正值  $T_{offset}$  とコイル電流の検出値  $I_r$  との関係の一例を示す。図9に、傾き補正值  $T_d$  とコイル電流の検出値  $I_r$  との関係の一例を示す。要求燃料噴射量  $Q_c$  と最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  との関係がリニアである場合には、要求燃料噴射量  $Q_c$  の値にかかわらず、傾き補正值  $T_d$  とコイル電流の検出値  $I_r$  との関係は図9に示す関係のみとなる。しかし、 $Q_c$  と  $T_{out}$  との関係がリニアでない場合には、種々の要求燃料噴射量  $Q_c$  に対してそれぞれ図9に示すような関係があることになる。

【0030】図10は、実施の形態2において、最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  の求め方を示す概念図である。図10に示すように、まず、乗算器75において、要求燃料噴射量  $Q_c$  と、傾き補正值  $T_d$  との乗算がおこなわれる。この傾き補正值  $T_d$  は、ソレノイドの駆動開始から所定時間経過した時点のコイル電流の検出値  $I_r$  に基づいてマップ81から得られる。このマップ81はたとえば図9に示す特性図、またはそれと同等のものである。ただし、要求燃料噴射量  $Q_c$  と最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  との関係がリニアでない場合には、傾き補正值  $T_d$  はコイル電流の検出値  $I_r$  と要求燃料噴射量  $Q_c$  との関数となり、 $I_r$  の他に  $Q_c$  も考慮される。

【0031】つづいて、加算器76において、 $Q_c \times T_d$  の値に無駄時間補正值  $T_{offset}$  が加算される。

この無駄時間補正值  $T_{offset}$  は、ソレノイドの駆動開始から所定時間経過した時点のコイル電流の検出値  $I_r$  に基づいてマップ82から得られる。このマップ82はたとえば図8に示す特性図、またはそれと同等のものである。このようにして、最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  が求められる。ここで、乗算器75および加算器76はコントロールユニット36に含まれる。また、マップ81、82はコントロールユニット36内の不揮発性メモリに記憶されている。

【0032】上述した実施の形態2によれば、ソレノイド46の駆動開始から所定時間  $T_r$  が経過した後のコイル電流の検出値  $I_r$  に基づいて、またはその  $I_r$  と要求燃料噴射量  $Q_c$  とに基づいて傾き補正值  $T_d$  が求まり、また  $I_r$  に基づいて無駄時間補正值  $T_{offset}$  が求まり、これら  $T_{offset}$  および  $T_d$  を用いて最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  が補正されるため、燃料を加圧しながら噴射するインジェクションモジュールにおいて駆動パルス幅と燃料噴射量の関係がリニアでない場合でも、燃料噴射量を正確に補正することができる。さらに駆動パルス幅と燃料噴射量の関係がリニアである場合には、傾き補正值  $T_d$  および無駄時間補正值  $T_{offset}$  がそれぞれ2次元表示のマップから求まるので、3次元表示のマップを用いて補正する場合よりも補正値を求める計算が簡略化されるという利点と、マップによるメモリ使用量が少なくなるという利点がある。また、実施の形態2によれば、従来のような電源電圧検出回路や定電流駆動回路等が不要となるため、制御回路の簡略化や部品点数の削減を図ることができる。

【0033】実施の形態3、図11は、本発明の実施の形態3にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムの制御機構を説明するための図である。図11に示すように、実施の形態3のインジェクションモジュール・システムは、図2に示すインジェクションモジュール・システムに、電源電圧  $V_B$  を検出してその検出値をマイクロコンピュータ43に供給する電源電圧検出回路49を追加した構成となっている。その他の構成は図2に示す構成と同じであるので、図2と同じ構成要素については同一の符号を付して説明を省略する。

【0034】また、実施の形態3にかかる燃料噴射方法は、おおそ実施の形態2の燃料噴射方法と同じであるが、つぎの点で実施の形態2と異なる。すなわち、実施の形態2では、同一の燃料噴射サイクル内において、ソレノイド46の駆動開始から所定時間経過後にコイル電流が検出され、その検出値  $I_r$  に基づいて求められた傾き補正值  $T_d$  および無駄時間補正值  $T_{offset}$  を用いて最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  が求められ、その  $T_{out}$  のタイミングで燃料噴射が停止される。換言すれば、コイル電流の検出値  $I_r$  に基づく補正は、そのコイル電流の検出をおこなった時点での駆動パルス幅に

反映される。

【0035】それに対して、実施の形態3では、前回の燃料噴射サイクル時にソレノイド46の駆動開始から所定時間経過後に検出されたコイル電流の検出値  $I_r$  に基づいて、傾き補正值  $T_d$  および無駄時間補正值  $T_{offset}$  が求められ、それら補正值  $T_d$  および  $T_{offset}$  を用いて今回の最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  が求められ、その  $T_{out}$  のタイミングで今回の燃料噴射が停止される。つまり、実施の形態3は、前回の燃料噴射サイクル時のコイル電流の検出値  $I_r$  を用いて、今回の燃料噴射時の駆動パルス幅の補正をおこなうものである。前回の燃料噴射サイクル時に検出されたコイル電流の検出値  $I_r$  は、たとえばマイクロコンピュータ43内の図示しないランダムアクセスメモリ(RAM)などに記憶される。

【0036】ところで、実施の形態3にかかるインジェクションモジュール・システムを搭載したエンジンの始動時、すなわちソレノイド46の1回目の駆動時には、前回の燃料噴射サイクルがないため、傾き補正值  $T_d$  および無駄時間補正值  $T_{offset}$  を求めるために参照する前回の燃料噴射時の  $I_r$  データがない。また、このエンジンを搭載した車が坂を下る際の燃料カットや信号待ち等でのアイドルストップのための燃料カットなどにより燃料噴射が中断された後に、ソレノイド46の駆動を再開する場合も同様である。また、たとえばスタータなどを使用してエンジンを始動する際、電源電圧  $V_B$  が極端に低下し、それによってマイクロコンピュータ43にリセットがかかり、前回の燃料噴射時の  $I_r$  データを参照することが不可能な場合がある。

【0037】そこで、実施の形態3では、エンジンの始動時、または燃料カットなどによる燃料噴射の中断後に再びソレノイド46を駆動するときの1回目の駆動時のみ、電源電圧検出回路49により電源電圧  $V_B$  を検出し、その検出値に基づいて傾き補正值  $T_d$  と無駄時間補正值  $T_{offset}$  を求める構成となっている。図12に、種々の電源電圧  $V_B$  の検出値と実際の燃料噴射量  $Q_{out}$  と最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  との関係の一例を示す。

【0038】また、特に図示しないが、電源電圧  $V_B$  に対して無駄時間補正值  $T_{offset}$  がマッピングされたマップや、電源電圧  $V_B$  に対して傾き補正值  $T_d$  がマッピングされたマップがあらかじめ実験等により求められており、コントロールユニット36内の不揮発性メモリに記憶されている。電源電圧  $V_B$  の検出値に基づいて求められた傾き補正值  $T_d$  および無駄時間補正值  $T_{offset}$  を用いて前記(1)式により最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  を求めるのは実施の形態2と同様である。

【0039】上述した実施の形態3によれば、エンジンの始動時および燃料カットなどによる燃料噴射の中断後

に再びソレノイド46を駆動するときの1回目の駆動時には電源電圧  $V_B$  の検出値に基づいて、またそれ以外のときには前回の燃料噴射時に検出したコイル電流の検出値  $I_r$  に基づいて、それぞれ最終燃料噴射駆動パルス幅  $T_{out}$  が補正されるため、実施の形態2と同様に、燃料を加圧しながら噴射するインジェクションモジュールにおいて燃料噴射量を正確に補正することができる。

【0040】さらに駆動パルス幅と燃料噴射量の関係がリニアである場合には、補正計算に用いるマップが2次元のものになるので、補正計算が簡略化されるという利点と、マップによるメモリ使用量が少なくなるという利点がある。また、実施の形態3によれば、従来のような電流駆動回路等が不要となるため、制御回路の簡略化や部品点数の削減を図ることができる。

【0041】実施の形態4、本発明の実施の形態4にかかる燃料噴射方法は、上述した実施の形態1〜3においてソレノイド46の駆動開始から所定時間経過後にコイル電流を検出する際に、その検出タイミングのずれが原因でコイル電流の検出値  $I_r$  が本来の値からずれるのを防ぐ方法である。

【0042】たとえば、図2または図11に示す構成のインジェクションモジュール・システムが、図15に示すように、駆動パルス91をオンさせるための割込み92でコイル電流の検出時間  $T_r$  を計測するタイマーがスタートして割込み待ち状態93となり、このタイマーのカウントアップ割込み94で電流検出用A/D変換器が起動して割込み待ち状態95となり、A/D変換終了割込み96でA/D変換値を読み込むというソフトウェア処理をおこなうとする。ここで、タイマーおよび電流検出用A/D変換器はマイクロコンピュータ43に内蔵されている。

【0043】このようなソフトウェア処理において、図16に示すように、タイマーのカウントアップ割込み94が発生したときに、別の割込み処理97を実行していると、それが終了してから電流検出用A/D変換器が起動されるため、コイル電流のサンプリングのタイミングが  $T_1$  だけずれてソレノイド46の駆動開始から  $T_r + T_1$  時間経過した時点のコイル電流が検出されることになる。したがって、図17に示すように、コイル電流の検出値98が本来の値、すなわち駆動開始から  $T_r$  時間経過した時点のコイル電流値  $I_r$  から  $I_1$  だけずれてしまう。駆動パルス91をオンさせるための割込み92の発生時に別の割込み処理を実行しているため、駆動パルス91がオン状態になった後、しばらくしてからタイマーがスタートする場合も同様である。

【0044】そこで、実施の形態4では、以下に説明する手順でコイル電流の検出をおこなう。図13は、本発明の実施の形態4にかかる燃料噴射方法の処理手順の一例を示すフローチャートである。まず、ソレノイドの駆動オン割込み処理が開始されると、駆動パルスがオンに

切り替わった時刻 $T_1$ （出力用アウトプットコンパアの値）を記憶し（ステップS131）、電流検出用タイマーをスタートさせる（ステップS132）。そして、他の処理などをおこない（ステップS133）、駆動オン割込み処理を終了する。

【0045】タイマーのカウントアップ割込みが発生すると、電流検出用タイマー処理を開始する。この処理が始まると、現時刻、すなわちA/D変換を実行しようとしたときの時刻 $T_2$ を測定し（ステップS134）、前記時刻 $T_1$ から時刻 $T_2$ までの経過時間 $T_2 - T_1$ を計算して求める（ステップS135）。そして、この経過時間 $T_2 - T_1$ とあらかじめ設定しておいた時間とを比較する（ステップS136）。その結果、経過時間 $T_2 - T_1$ が設定時間以内である場合には、電流検出用A/D変換器を起動してA/D変換を開始し（ステップS137）、電流検出用タイマー処理を終了する。

【0046】そして、A/D変換終了割込みが発生すると、A/D変換処理においてA/D変換値を読み込み、その値をもってコイル電流の検出値を更新し（ステップS138）、全処理を終了する。この場合には、この更新されたコイル電流の検出値に基づいて、実施の形態1〜3で説明したように、ソレノイドの駆動パルス幅の補正がおこなわれる。一方、ステップS136での比較の結果、経過時間 $T_2 - T_1$ が設定時間を超えている場合には、電流検出用A/D変換器を起動しないで全処理を終了する。この場合には、更新されていないコイル電流の検出値、すなわち以前に検出されたコイル電流の検出値（たとえば、マイクロコンピュータ43内のRAMなどに記憶されている）に基づいて、ソレノイドの駆動パルス幅の補正がおこなわれる。

【0047】上述した実施の形態4によれば、コイル電流値が他の割込み処理等で大幅にずれた検出タイミングで検出されることが防止されるため、本来の値からずれたコイル電流値に基づく補正が原因で発生するA/Fの変動を抑制することができる。図14に実施の形態4によりA/F変動が抑制された様子を示し、比較として図18に実施の形態4を適用していない場合のA/F変動の様子を示す。図14では $\Delta A/F$ は1.5であり、図18では $\Delta A/F$ は2.5である。

【0048】以上において本発明は、上述した各実施の形態に限らず、種々変更可能である。たとえば、実施の形態1においてパルス幅の補正值 $P_r$ を要求駆動パルス幅 $P_w$ に適用する演算器72は加算器に限らず、減算器、乗算器または除算器、あるいはこれらの組み合わせや、その他の計算をおこなうものであってもよい。また、補正值 $P_r$ を補正值マップ8を用いて求める代わりに、コイル電流の検出値 $I_r$ と要求駆動パルス幅 $P_w$ と補正值 $P_r$ との間の関係式を導いて、その関係式から補正值 $P_r$ を求めるようにしてもよい。

【0049】また、本発明はインジェクションモジュールに限らず、従来タイプのインジェクタにも適用できる。

その場合には、実施の形態1においては、要求駆動パルス幅 $P_w$ を考慮せずに、コイル電流の検出値 $I_r$ にのみ基づいてパルス幅の補正值 $P_r$ を求めればよい。その理由は、従来タイプのインジェクタでは、駆動開始命令に従って弁体が作動し、予め燃料ポンプにより加圧された燃料がその圧力で噴射される構造になっているため、駆動パルス幅と燃料噴射量との関係がリニアになるからである。

【0050】

【発明の効果】本発明によれば、燃料噴射用ソレノイドを駆動するための実際の駆動パルス幅が、ソレノイドの駆動開始から所定時間経過後のコイル電流値に基づいて補正されるため、燃料噴射量を正確に補正することができ、また従来のような定電流駆動回路等が不要となるため、制御回路の簡略化や部品点数の削減を図ることが可能な燃料噴射方法が得られるという効果を奏する。

【0051】また、本発明によれば、実際の駆動パルス幅が、ソレノイドの駆動開始から所定時間経過後のコイル電流値と駆動パルス幅の要求値とに基づいて補正されるため、燃料を加圧しながら噴射するインジェクションモジュールにおいて、駆動パルス幅と燃料噴射量の関係がリニアになり、燃料噴射量を正確に補正することが可能な燃料噴射方法が得られるという効果を奏する。

【0052】また、別の発明によれば、コイル電流値が割込み処理等で大幅にずれた検出タイミングで検出されることが防止されるため、本来の値からずれたコイル電流値に基づく補正が原因で発生するA/Fの変動を抑制することが可能な燃料噴射方法が得られるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムの概略構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態1にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムの制御機構を説明するための図である。

【図3】本発明の実施の形態1にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムにおける要求駆動パルス、コイル電流および駆動パルス出力の各波形を示す波形図である。

【図4】本発明の実施の形態1にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムにおける駆動パルス出力のパルス幅の求め方を概念的に示す図である。

【図5】本発明の実施の形態1にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムにおける駆動パルスの補正值の求め方を概念的に示す図である。

【図6】本発明の実施の形態2にかかる燃料噴射方法を

適用したインジェクションモジュール・システムにおける燃料噴射特性を模式的に示す特性図である。

【図7】本発明の実施の形態2にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムにおける燃料噴射特性を模式的に示す特性図である。

【図8】本発明の実施の形態2にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムにおける無駄時間補正値の特性の一例を示す特性図である。

【図9】本発明の実施の形態2にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムにおける傾き補正値の特性の一例を示す特性図である。

【図10】本発明の実施の形態2にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムにおける最終燃料噴射駆動パルス幅の求め方を概念的に示す図である。

【図11】本発明の実施の形態3にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムの制御機構を説明するための図である。

【図12】本発明の実施の形態3にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムにおける燃料噴射特性を模式的に示す特性図である。

【図13】本発明の実施の形態4にかかる燃料噴射方法の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図14】本発明の実施の形態4にかかる燃料噴射方法を適用したインジェクションモジュール・システムにおけるA/F変動の様子を示す図である。

【図15】本発明の実施の形態4においてコイル電流を

検出するためのソフトウェア処理を示すタイミングチャートである。

【図16】コイル電流を検出するためのソフトウェア処理において検出タイミングにずれが生じる場合を説明するためのタイミングチャートである。

【図17】コイル電流を検出するためのソフトウェア処理において検出タイミングがずれた場合の駆動パルスおよびコイル電流の各波形を示す波形図である。

【図18】比較として本発明の実施の形態4にかかる燃料噴射方法を適用していないインジェクションモジュール・システムにおけるA/F変動の様子を示す図である。

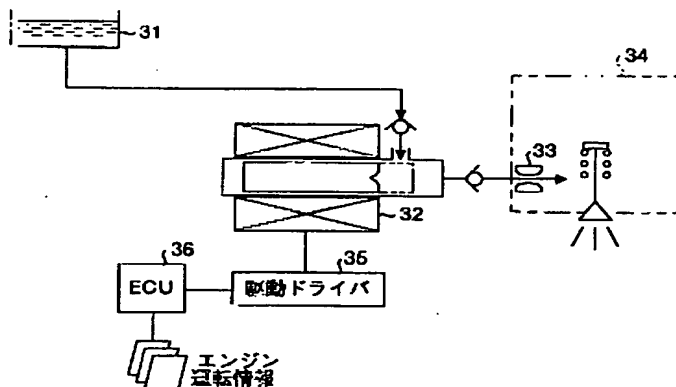
【図19】従来の電源電圧に基づいて補正をおこなうタイプの燃料噴射装置の制御機構を説明するための図である。

【図20】従来の定電流制御をおこなうタイプの燃料噴射装置の制御機構を説明するための図である。

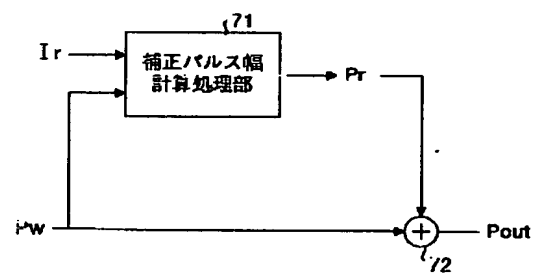
【符号の説明】

I<sub>r</sub>    コイル電流の検出値  
P<sub>r</sub>    補正値  
P<sub>w</sub>    要求駆動パルス幅  
Q<sub>c</sub>    要求燃料噴射量  
T<sub>d</sub>    傾き補正値  
T<sub>offset</sub>    無駄時間補正値  
T<sub>out</sub>    最終燃料噴射駆動パルス幅  
V<sub>B</sub>    電源電圧  
46    ソレノイド

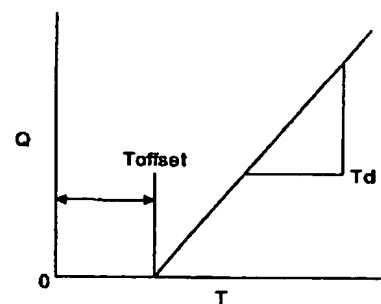
【図1】



【図4】

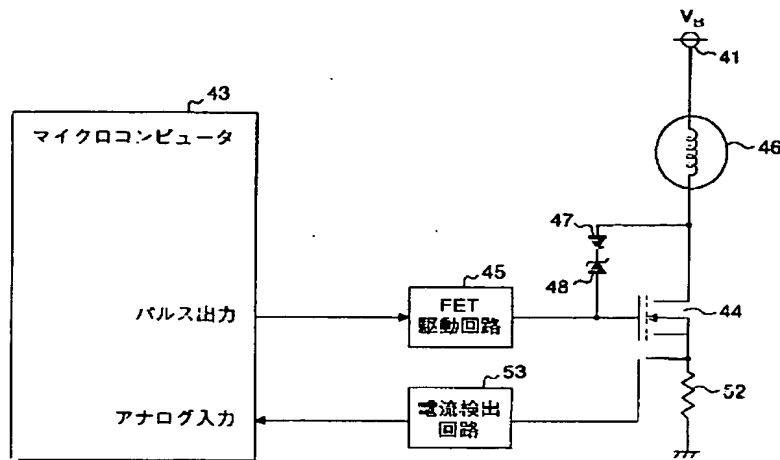


【図6】

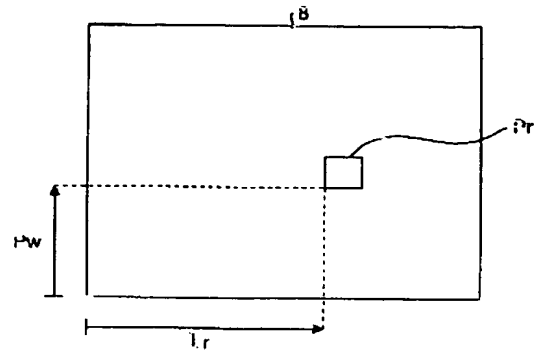




【図2】

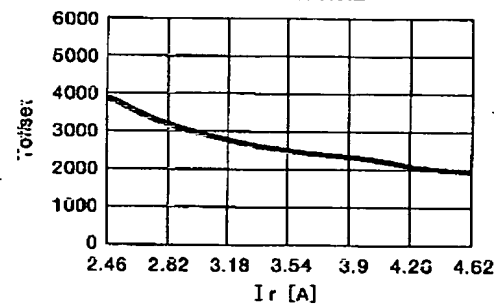


【図5】

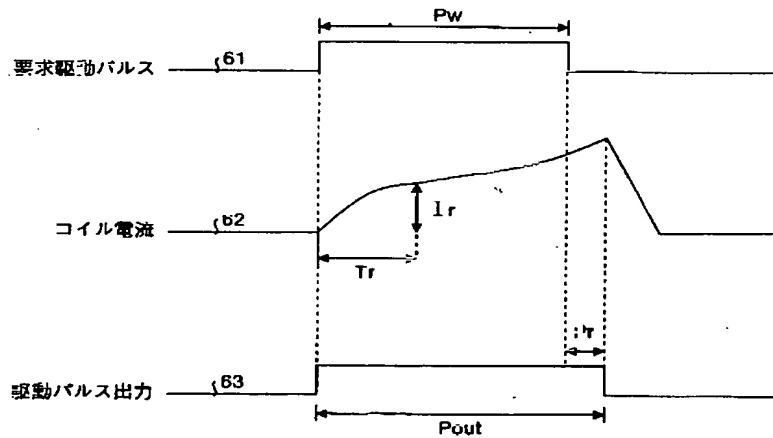


【図8】

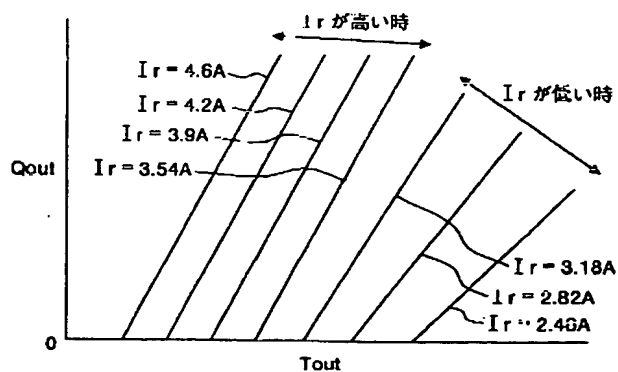
電流—無駄時間特性



【図3】

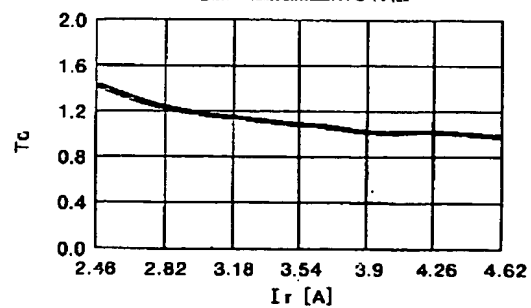


【図7】



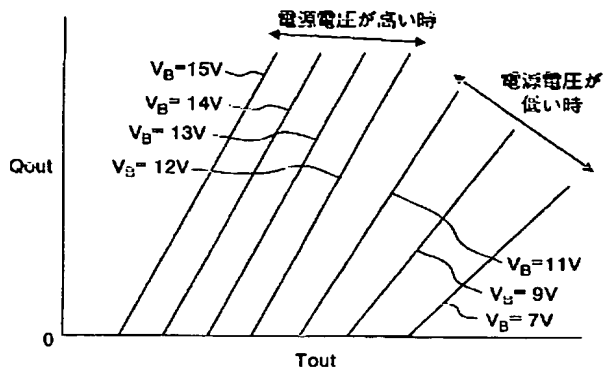
【図9】

電流—燃焼流量傾き特性

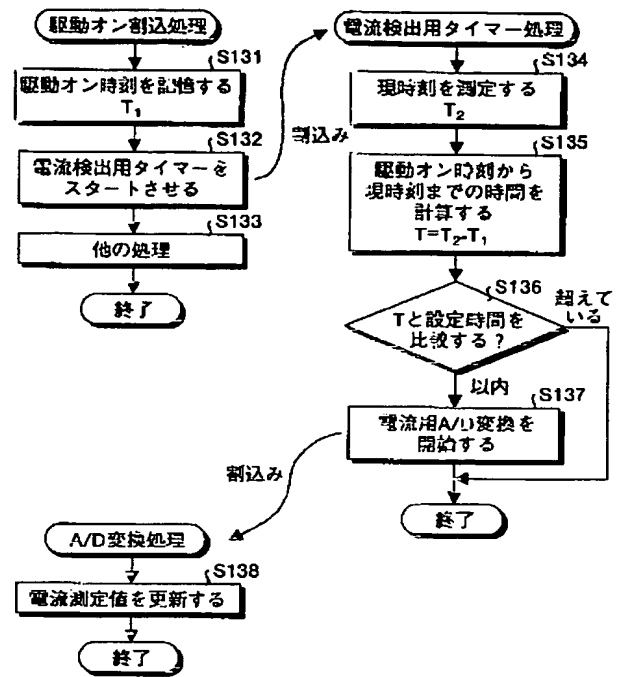




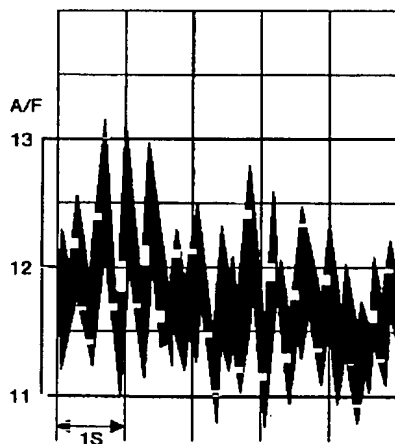
【図12】



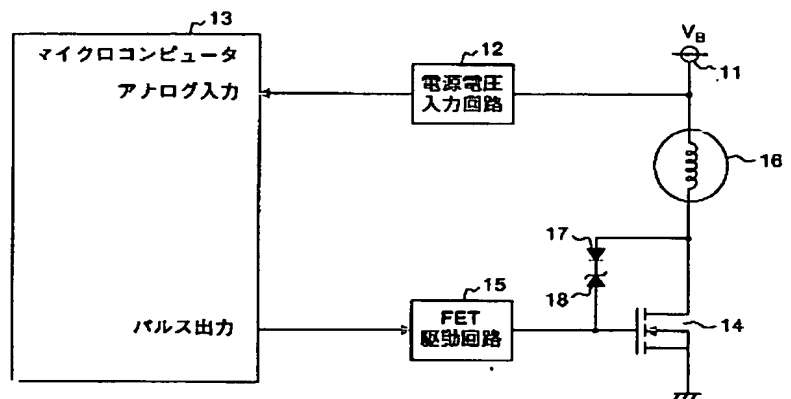
【図13】



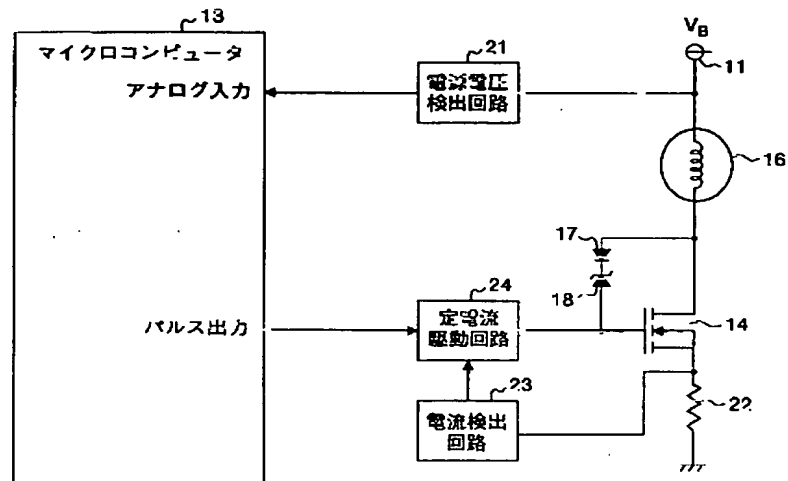
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 橋本 省吾  
 神奈川県小田原市久野2480番地 株式会社  
 ミクニ小田原事業所内  
 (72)発明者 江原 亮二  
 神奈川県小田原市久野2480番地 株式会社  
 ミクニ小田原事業所内

Fターム(参考) 3G066 AA02 BA51 BA61 CA01U  
 CA08 CA09 CC06T CC14  
 CC40 CD26 CE22 DA01 DC00  
 3G301 JA00 JA19 KA01 LC02 LC10  
 MA11 NA08 NC02 NE17 PG01Z  
 PG02Z  
 3H106 DA07 DA23 DB02 DB12 EE04  
 FA04 FB02 FB24 FB26 HH10  
 KK18